

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
 Institutt for fysikk

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Steinar Raaen (oppgave 1, 2 og 3) / Bård Kjos (oppgave 4)

Tlf.: 93635 / 91458

KONTINUASJONSEKSAMEN I FAG SIF4010 - FYSIKK 1

Fakultet for fysikk, matematikk og informatikk

19. august 1998

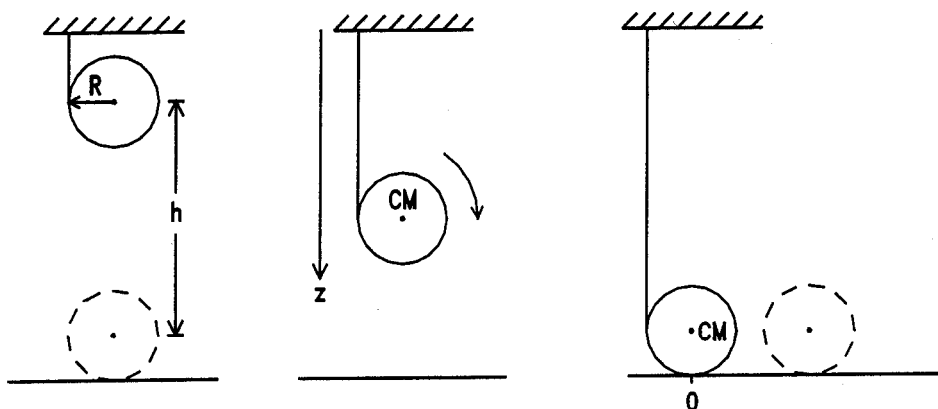
Tid: 0900-1500

Tillatte hjelpemidler: B2 - Typegodkjent kalkulator, med tomt minne, i henhold til liste utarbeidet av NTH, tillatt.

K. Rottmann: Matematisk formelsamling

Formler i fag SIF 4010 Fysikk 1

Oppgave 1

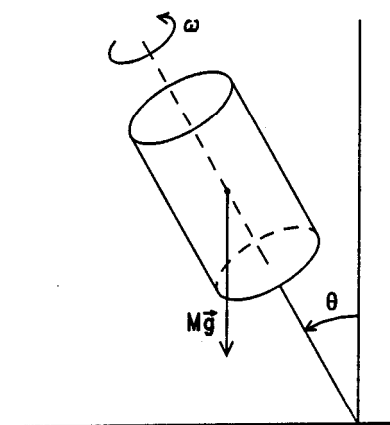


Figur 1

Rundt en massiv sylinder med masse m og radius R er det viklet en masseløs snor, som er festet i taket som vist i figur 1. Under innflytelse av tyngdens akselerasjon begynner sylindere å falle (rotete) uten utgangshastighet og tråden vikles av uten å gli på sylinderflaten.

- Hva er betingelsen for at bevegelsen skal være en ren rullebevegelse. Sett opp relasjonen mellom vertikal forflytning av massemiddelpunktet (CM) og rotasjonvinkelen for sylindere om CM.
- Finn vertikalakselerasjonen til sylindere CM og vinkelakselerasjonen. Beregn også snordraget under fallbevegelsen.

- c) Etter å ha falt en høyde h , treffer sylindren et horisontalt underlag. Finn vinkelhastigheten til sylindren for bevegelsen langs gulvet umiddelbart etter støtet mellom sylindren og gulvet.

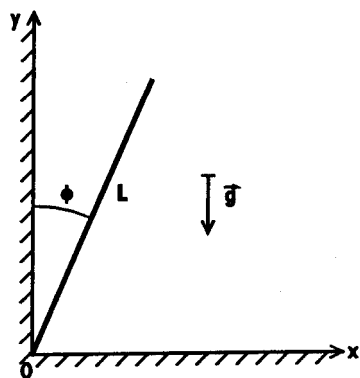


Figur 2

En snurrebass består av en sylinder med masse M og radius R og en stiv, masseløs tråd som er festet til et fast punkt i underlaget. Snurrebassen roterer med vinkelhastighet ω om symmetriaksen, og symmetriaksen danner vinkelen θ med vertikalretningen som vist i figur 2. Avstanden fra det faste punktet til massemiddelpunktet CM for snurrebassen er b .

- d) Utled med utgangspunkt i dreieimpulsteoremet (spinningsatsen) et uttrykk for presesjonsfrekvensen Ω til snurrebassen idet vi antar at $\Omega \ll \omega$.

Oppgave 2



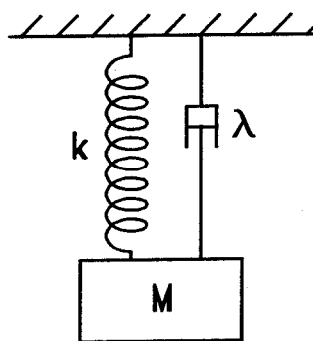
Figur 3

En tynn, homogen stav med masse m og lengde L står til å begynne med vertikalt inntil en vegg. Y-aksen i figur 3 ligger i veggplanet. Så faller staven uten begynneshastighet utover og roterer om endepunktet, som er i punktet O. Bevegelsen foregår i et plan vinkelrett på vegg. Gulvet og vegg er uten friksjon. Vi betrakter systemet ved tidspunkt t når vinkelen stanga danner med y-aksen er $\phi(t)$.

- a) Vis at treghetsmomentet til stanga om endepunktet O er:

$$I_o = (mL^2)/3$$

- b) Finn vinkelhastigheten ω ($d\phi/dt$) og vinkelakserasjonen $\alpha = d\omega/dt$ til stanga for en vilkårlig vinkel $\phi(t)$.
- c) Finn posisjonen, hastigheten og akselerasjonen til stangas massemiddelpunkt (CM) uttrykt ved stangas lengde L og vinkelen ϕ .
- d) Bestem kreftene fra vegg og gulvet (F_x og F_y) på endepunktet O av stanga for en vilkårlig vinkel ϕ .
- e) For en gitt vinkel ϕ_0 vil endepunktet i O miste kontakten med vegg eller gulv. Finn denne vinkelen ϕ_0 .

Oppgave 3

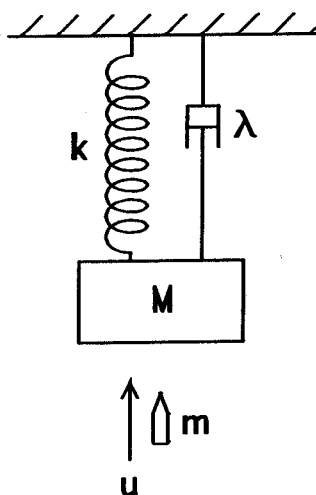
Figur 4

- a) En masse $M = 5,0 \text{ kg}$ er festet til en fjær med fjærkonstant $k = 12,5 \text{ kN/m}$. Systemet dempes med et dempeledd med motstandskoeffisient $\lambda = 1,0 \text{ Ns/m}$. Oppsettet er vist i figur 4. Massen settes i bevegelse ved at den forskyves fra likevektsposisjonen $x = 0$ til $x_0 = 0,020 \text{ m}$ og samtidig gis en utgangshastighet $v_0 = 1,0 \text{ m/s}$ i positiv x -retning.
- i. Still opp differensiallikningen for systemet ved hjelp av Newtons 2. lov.

En mulig løsning av differensiallikningen er:

$$x(t) = Ae^{-\gamma t} \cos(\omega t + \alpha)$$

- ii. Finn konstantene A , γ , ω og α i løsningen av differensiallikningen.



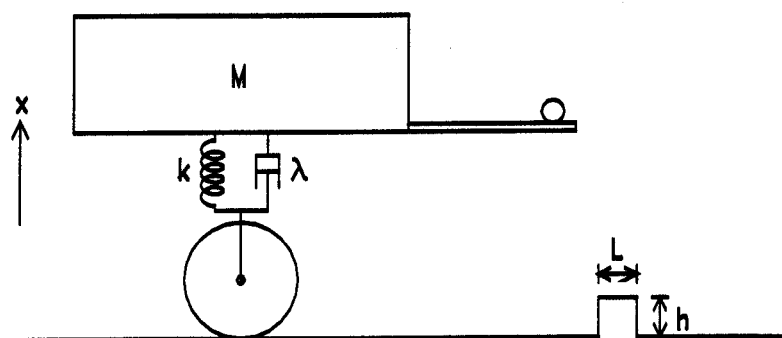
Figur 5

- b) Det samme svingesystemet settes nå i svingninger ved at et prosjektil med masse $m = 0,010 \text{ kg}$ skytes inn i massen M og blir sittende fast, se figur 5. Prosjektilets hastighet før støtet er $u = 500 \text{ m/s}$. Vi ser bort fra den lille nullpunktsforskyvningen systemet får etter at prosjektilet er skutt inn.

- i. Hva blir nå startbetingelsene for svingebevegelsen?
- ii. Vis at bevegelsen til felleslegemet etter støtet er gitt ved:

$$x(t) = \frac{m}{m + M} \cdot \frac{u}{\omega} e^{-\gamma t} \sin(\omega t)$$

- iii. Hva må motstandskoeffisienten λ være for at svingingen skal være kritisk dempet? Skisser svingeforløpet i dette tilfellet.



Figur 6

- c) En tilhenger med masse $M = 600 \text{ kg}$ er opphengt, som vist i figur 6, i en fjær med fjærkonstant $k = 1.0 \cdot 10^5 \text{ N/m}$ og en støtfanger med motstandskoeffisient $\lambda = 8,0 \cdot 10^3 \text{ Ns/m}$. Vi ser bort fra massen til hjulet og opphenget. Hjulet antas å være stivt. Tilhengeren beveger seg bortover en horisontal vei med hastighet $v = 50 \text{ km/time}$. Ved tiden $t = 0$ møter tilhengeren en skarp hump med høyde h og lengde L i veibanen. Vi ser bort fra den tiden det tar for tilhengeren å klatre opp på og ned fra humpen. Vi antar at $L/v \ll T$ der T er systemets svingeperiode, og vi ser bort fra dempingen mens tilhengeren passerer humpen. Med disse antagelsene er tilhengerens akselerasjon $a = \frac{kh}{M}$ så lenge tilhengeren er oppå humpen.

- i. Finn uttrykket for utsvinget $x(t)$ i tilhengerens svingebevegelse etter humpen.
- ii. Beregn maksimalt utsving fra likevektsposisjonen som tilhengeren får, når $h = 10 \text{ cm}$ og $L = 10 \text{ cm}$.

Rettelser til "Formler i fag SIF4010 Fysikk ", side 5:

Langs hovedtreghetsakser gjelder: $\mathbf{L} = I\vec{\omega}$ (13.19)

$\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$ (13.22)

Total dreieimpuls (fig. 3): $\mathbf{L} = \mathbf{L}_{\text{orb}} + \mathbf{L}_{\text{int}}$ (13.16)